



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 197 39 428 A 1

⑮ Int. Cl. 6:  
**G 02 B 21/16**  
G 02 B 21/06  
G 02 B 21/12  
A 61 B 19/00

⑯ Aktenzeichen: 197 39 428.0  
⑯ Anmeldetag: 9. 9. 97  
⑯ Offenlegungstag: 11. 3. 99

⑯ Anmelder:  
Fa. Carl Zeiss, 89518 Heidenheim, DE

⑯ Erfinder:  
Möller, Gerhard, Dr., 73431 Aalen, DE; Steffen, Joachim, Dr., 73463 Westhausen, DE; Lücke, Christian, 73447 Oberkochen, DE

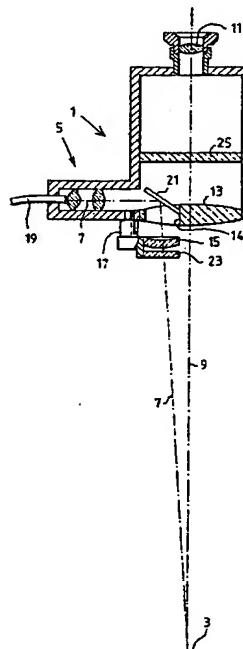
⑯ Entgegenhaltungen:  
DE 40 28 605 C2  
DE 23 16 386 C2  
US 46 57 357  
JP 04-1 44 554 A

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Beleuchtungseinrichtung für ein Operationsmikroskop

⑯ Eine Beleuchtungseinrichtung (5) für ein Operationsmikroskop (1) mit einem zur optischen Achse (9) des Operationsmikroskops (1) im wesentlichen koaxial verlaufenden Beleuchtungsstrahlengang (7) umfaßt ein wahlweise in den Beleuchtungsstrahlengang (7) bringbares optisches Zusatzelement (15) positiver Brechkraft. Dadurch kann durch Einschwenken des optischen Zusatzelements (15) in den Beleuchtungsstrahlengang (7) ohne Änderung der Beobachtungsschnittweite des Operationsmikroskops (1) die Beleuchtungssaperture im Bereich der optischen Achse (9) des Operationsmikroskops (1) erhöht werden.



# DE 197 39 428 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung für ein Operationsmikroskop nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

5 Eine derartige Beleuchtungseinrichtung wird von der Anmelderin unter der Bezeichnung "Varioskop" zusammen mit dem Operationsmikroskop OPMI CS vertrieben. Bei dieser bekannten Beleuchtungseinrichtung können aufgrund des zur optischen Achse des Operationsmikroskops im wesentlichen koaxial verlaufenden Beleuchtungsstrahlengangs auch enge Operationskanäle ausgeleuchtet werden, wobei der Leuchtfelddurchmesser und die Beleuchtungsintensität innerhalb gewisser Grenzen varierbar sind.

10 Insbesondere in der Neurochirurgie hat es sich zur Fluoreszenzanregung von Tumorgewebe als wünschenswert herausgestellt, die Beleuchtungsintensität noch weiter erhöhen zu können, um auf eine gesonderte Fluoreszenzbeleuchtung, z. B. ein handgeführtes Lichtleiterende, verzichten zu können.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, eine Beleuchtungseinrichtung zur Verfügung zu stellen, mit welcher die Beleuchtungsintensität stärker als bisher veränderbar ist.

15 Diese Aufgabe wird durch die Merkmale im Anspruch 1 gelöst.

Denn durch das betriebsmäßig in den Beleuchtungsstrahlengang bringbare optische Zusatzelement positiver Brechkraft kann die objektseitige Apertur der Beleuchtungsstrahlen im Bereich der optischen Achse spürbar erhöht werden, ohne die Beobachtungsschnittweite des Operationsmikroskops, d. h. den Arbeitsabstand, des Operationsmikroskops ändern zu müssen. Versuche der Anmelderin haben ergeben, daß bei der erfundungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung der 20 mit im Beleuchtungsstrahlengang angeordnetem, d. h. mit beleuchtungsaktivem optischem Zusatzelement erzielbare Beleuchtungsintensitätsgewinn eine Fluoreszenzanregung von Tumorgewebe mit einer herkömmlichen Operationsmikroskoplichtquelle, z. B. eine von der Anmelderin vertriebene Zeiss Superlux, möglich macht.

Der durch das in den Beleuchtungsstrahlengang gebrachte und deshalb beleuchtungsaktive Zusatzelement hervorgerufene Beleuchtungsintensitätsabfall im Randbereich des Leuchtfelds hat sich als hinnehmbar herausgestellt, da das Zusatzelement nach erfolgter Fluoreszenzanregung wieder aus dem Beleuchtungsstrahlengang entfernt werden kann.

25 Bei einer weiteren Ausführungsform bildet die Beleuchtungseinrichtung ein Lichtleiterende auf das Beobachtungsobjekt ab. Dadurch kann die eigentliche Lichtquelle in Abstand von der Operationswunde angeordnet werden und durch das erfundungsgemäße Zusatzelement dennoch die Beleuchtungsstärke in beträchtlicher Weise erhöht werden.

Wenn die Beleuchtungseinrichtung einen den Beleuchtungsstrahlengang zu dem Beobachtungsobjekt umlenkenden 30 Umlenkspiegel umfaßt und das Zusatzelement zwischen dem Umlenkspiegel und dem Beobachtungsobjekt angeordnet ist, können die bekannten gattungsgemäßen Beleuchtungseinrichtungen in einfacher Weise mit dem Zusatzelement nachgerüstet werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist das Zusatzelement in den Beleuchtungsstrahlengang ein- und ausschwenkbar. Daraus ergibt sich eine besonders einfache Betätigungsmechanik für das Zusatzelement.

35 Falls die Beleuchtungseinrichtung ein Rotdämpfungsfilter umfaßt, können bei im Beleuchtungsstrahlengang eingeschwenktem bzw. angeordnetem Zusatzelement herkömmliche Lichtquellen zur Fluoreszenzanregung eingesetzt werden.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus dem im folgenden anhand der beigefügten Figur 40 erläuterten Ausführungsbeispiel.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine in ein Operationsmikroskop integrierte, erfundungsgemäße Beleuchtungseinrichtung;
- Fig. 2 das Hauptobjektiv des Operationsmikroskops von Fig. 1 in einer Draufsicht; und
- Fig. 3 die optischen Elemente der Beleuchtungseinrichtung von Fig. 1 in einer vergrößerten Detailansicht.

In Fig. 1 bezeichnet das Bezugszeichen 1 ein schematisch dargestelltes Operationsmikroskop zur Beobachtung eines 45 Beobachtungsobjekts 3. In das Operationsmikroskop 1 ist eine Beleuchtungseinrichtung 5 integriert, dessen Beleuchtungsstrahlengang 7 das Beobachtungsobjekt 3 im wesentlichen koaxial zur optischen Achse 9 des Operationsmikroskops beleuchtet. Dabei liegt in diesem Ausführungsbeispiel der von dem Beleuchtungsstrahlengang 7 und der optischen Achse 9 eingeschlossene Winkel in einem Bereich von ca. 3° bis ca. 6°.

Das Operationsmikroskop 1 ist ein Stereomikroskop, von dem in Fig. 1 ein Okulartubus 11 und ein beiden Beobachtungsstrahlengängen des Operationsmikroskops gemeinsames Hauptobjektiv 13 angedeutet ist.

50 Die Beleuchtungseinrichtung 5 umfaßt ein optisches Zusatzelement 15, welches an einem Schwenkzapfen 17 gehalten ist. Der Schwenkzapfen 17 erlaubt eine Drehung um seine zur optischen Achse 9 im wesentlichen parallele Längsachse und erlaubt deshalb das Ein- bzw. Ausschwenken des optischen Zusatzelements 15 in den bzw. aus dem Beleuchtungsstrahlengang 7.

55 Die Beleuchtungseinrichtung 5 leitet das von einer nicht dargestellten, gesonderten Lichtquelle über einen Lichtleiter 19 kommende Beleuchtungslicht über in Fig. 1 lediglich schematisch dargestellte optische Elemente zu einem Umlenkspiegel 21, welcher den vom Lichtleiter 19 zum Umlenkspiegel 21 quer zur optischen Achse 9 des Operationsmikroskops 1 verlaufenden Beleuchtungsstrahlengang 7 in Richtung auf das Beobachtungsobjekt 3 umlenkt.

Der Umlenkspiegel 21 ist in einer Aussparung 14 des Operationsmikroskop-Hauptobjektivs 13 angeordnet, um das 60 Beleuchtungslicht möglichst koaxial zur optischen Achse 9 auf das Beobachtungsobjekt 3 zu lenken.

Zusammen mit dem Zusatzelement 15, welches in seinem in Fig. 1 dargestellten, in den Beleuchtungsstrahlengang 7 eingeschwenkten Zustand die Beleuchtungsapertur im Bereich der optischen Achse 9 erhöht, ist ein Rotdämpfungsfilter 23 an dem Schwenkzapfen 17 verschwenkbar angeordnet. Durch diese Kombination von der Beleuchtungsapertur und deshalb die Beleuchtungsintensität erhöhendem Zusatzelement 15 und Rotdämpfungsfilter 23 kann die Beleuchtungseinrichtung 5 zur Fluoreszenzanregung von mit entsprechenden Fluoreszenzmarkern vorbehandeltem Tumorgewebe des Beobachtungsobjekts 3 verwendet werden. Zur Beobachtung des daraufhin von dem Tumorgewebe emittierten Fluoreszenzlichts dient ein auf das Rotdämpfungsfilter 23 abgestimmtes Emissionsfilter 25 im Beleuchtungsstrahlengang des 65 Operationsmikroskops 1, welches das von dem Rotdämpfungsfilter 23 durchgelassene Anregungslicht ausfiltert und in

# DE 197 39 428 A 1

**Fig. 1** lediglich schematisch dargestellt ist.

Bei einer alternativen Ausführungsform könnte das Emissionsfilter 25 auch zusammen mit dem optischen Zusatzelement 15 ein- und ausschwenkbar sein.

In Fig. 2 ist das Hauptobjektiv 13 des Operationsmikroskops 1 in einer Draufsicht entlang der optischen Achse 9 zu sehen. Dabci ist insbesondere die Lage der Aussparung 14 in Bezug zu den von den Beobachtungsstrahlen durchsetzten Bereichen 16 und 18 des Hauptobjektivs 13 zu erkennen. 5

In Fig. 3 sind die optisch wirksamen Komponenten der Beleuchtungseinrichtung 5 im Detail dargestellt.

Diese Beleuchtungsoptik umfaßt eine asphärische Linse 27 in unmittelbarer Nähe zur Ebene 29 der Lichtleiteraustrittsfläche. Der asphärischen Linsc 27 nachgeordnet sind ein zwei Einzellinsen umfassendes Kitiglied 31 und eine Linse 33. Beobachtungsobjektseitig nach der Linse 33 folgt der bereits in Fig. 1 gezeigte Umlenkspiegel 21, welcher das Beleuchtungslicht durch eine planparallele Glasplatte 35 und das als meniskusförmige Linse ausgebildete optische Zusatzelement 15 auf das Beobachtungsobjekt 3 lenkt. 10

Die genauen optischen Daten dieser Beleuchtungsoptik sind in der folgenden Tabelle verzeichnet, wobei sich "Nummer" auf die jeweiligen optisch wirksamen Flächen gezählt von dem Lichtleiter 19 her bezieht. Mit Nummer 1 ist also die Lichtleiteraustrittsebene 29, mit Nr. 2 die dem Lichtleiter zugewandte Oberfläche der asphärischen Linse 27, mit Nr. 3 die beobachtungsobjektseitige Oberfläche der asphärischen Linse 27 usw. bezeichnet. "Radius" bezeichnet den Krümmungsradius, wobei PLAN Krümmungsradius unendlich bedeutet und "Dicke" bezeichnet den jeweiligen Abstand zwischen den entsprechenden optisch wirksamen Flächen. Die Glassorten sind unter den in der Tabelle angeführten Bezeichnungen von der Firma Schott Glaswerke erhältlich. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## DE 197 39 428 A 1

Tabelle

FC-Beleuchtung für Varioskop Serie mit Zusatzoptik

5	Nr.	Radius in mm	Dicke in mm	Glas	optische Komponente
10	1	PLAN			Faser (19)
			,0010		
15	2	24,58200			
			14,80	K5	Asphäre (27) f = 15,1 mm
20	3	-9,30570			
			32,80		
25	4	53,47200			
			8,000	SK2	
30	5	-38,4040			Kittglied (31) f = 80,3 mm
			3,500	SF1	
35	6	-175,290			
			,1000		
40	7	113,0100			
			4,500	BK7	Linse (33) f = 109,7 mm
45	8	-113,010			
			22,00		
50	9	PLAN			Spiegel (21)
			23,00		
55	10	PLAN			
			3,000	BK7	Glasplatte (35)
60	11	PLAN			
			12,00		
65	12	-175,030			
			5,900	B270	Linse (15) f = 172,4 mm
70	13	-60,3600			

## Patentansprüche

55 1. Beleuchtungseinrichtung (5) für ein Operationsmikroskop (1) mit einem zur optischen Achse (9) des Operationsmikroskops (1) im wesentlichen koaxial verlaufenden Beleuchtungsstrahlengang (7), dadurch gekennzeichnet, daß die Beleuchtungseinrichtung (5) ein wahlweise in den Beleuchtungsstrahlengang (7) bringbares optisches Zusatzelement (15) positiver Brechkraft umfaßt, um bei unveränderter Beobachtungsschnittweite des Operationsmikroskops (1) die Beleuchtungsapertur im Bereich der optischen Achse (9) wahlweise erhöhen zu können.

60 2. Beleuchtungseinrichtung (5) nach Anspruch 1, wobei die Beleuchtungseinrichtung (5) ein Lichtleiterende (29) auf ein Beobachtungsobjekt abbildet.

65 3. Beleuchtungseinrichtung (5) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Beleuchtungseinrichtung (5) einen den Beleuchtungsstrahlengang (7) zu dem Beobachtungsobjekt (3) umlenkenden Umlenkspiegel (21) umfaßt und das Zusatzelement (15) zwischen dem Umlenkspiegel (21) und dem Beobachtungsobjekt (3) angeordnet ist.

4. Beleuchtungseinrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1-3, wobei das Zusatzelement (15) in den Beleuchtungsstrahlengang (7) ein- und ausschwenkbar ist.

5. Beleuchtungseinrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1-4, wobei die Beleuchtungseinrichtung (5) ein in den Beleuchtungsstrahlengang (7) bringbares Rotdämpfungsfilter (23) umfaßt.

# DE 197 39 428 A 1

6. Beleuchtungseinrichtung (5) nach einem der Ansprüche 1–5, wobei die Beleuchtungseinrichtung (5) durch folgende optische Daten gekennzeichnet ist:

Nr.	Radius in mm	Dicke in mm	Glas	optische Komponente	
1	PLAN	,0010		Faser (19)	5
2	24,58200	14,80	K5	Asphäre (27) $f = 15,1$ mm	10
3	-9,30570	32,80			15
4	53,47200	8,000	SK2		20
5	-38,4040	3,500	SF1	Kittglied (31) $f = 80,3$ mm	
6	-175,290	,1000			25
7	113,0100	4,500	BK7	Linse (33) $f = 109,7$ mm	30
8	-113,010	22,00			
9	PLAN	23,00		Spiegel (21)	35
10	PLAN	3,000	BK7	Glasplatte (35)	40
11	PLAN	12,00			
12	-175,030	5,900	B270	Linse (15) $f = 172,4$ mm	45
13	-60,3600				
<hr/> <u>Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen</u>					50

55

60

65

**- Leerseite -**

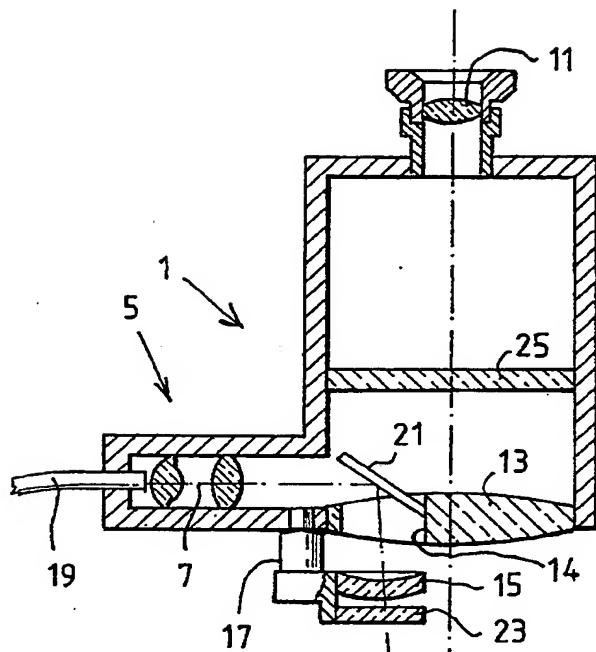


FIG. 1

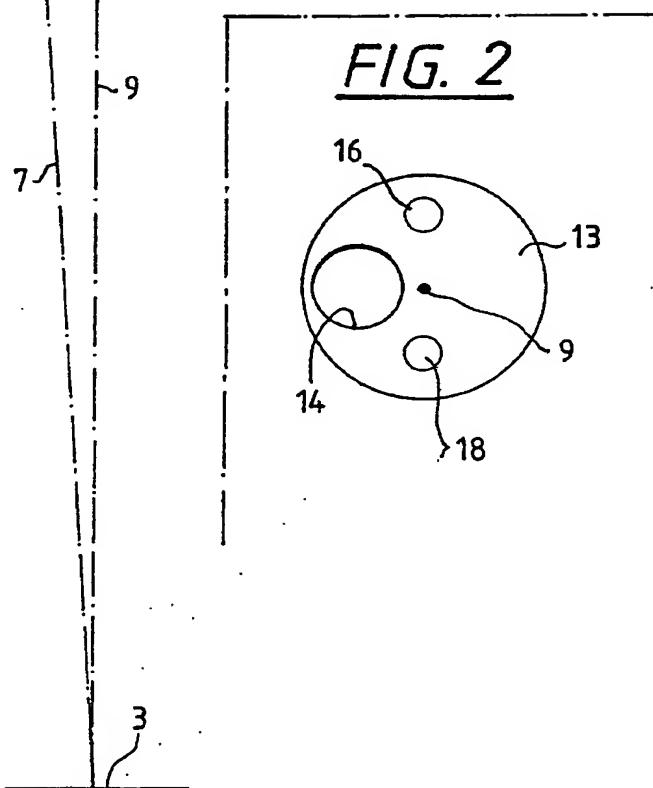


FIG. 2

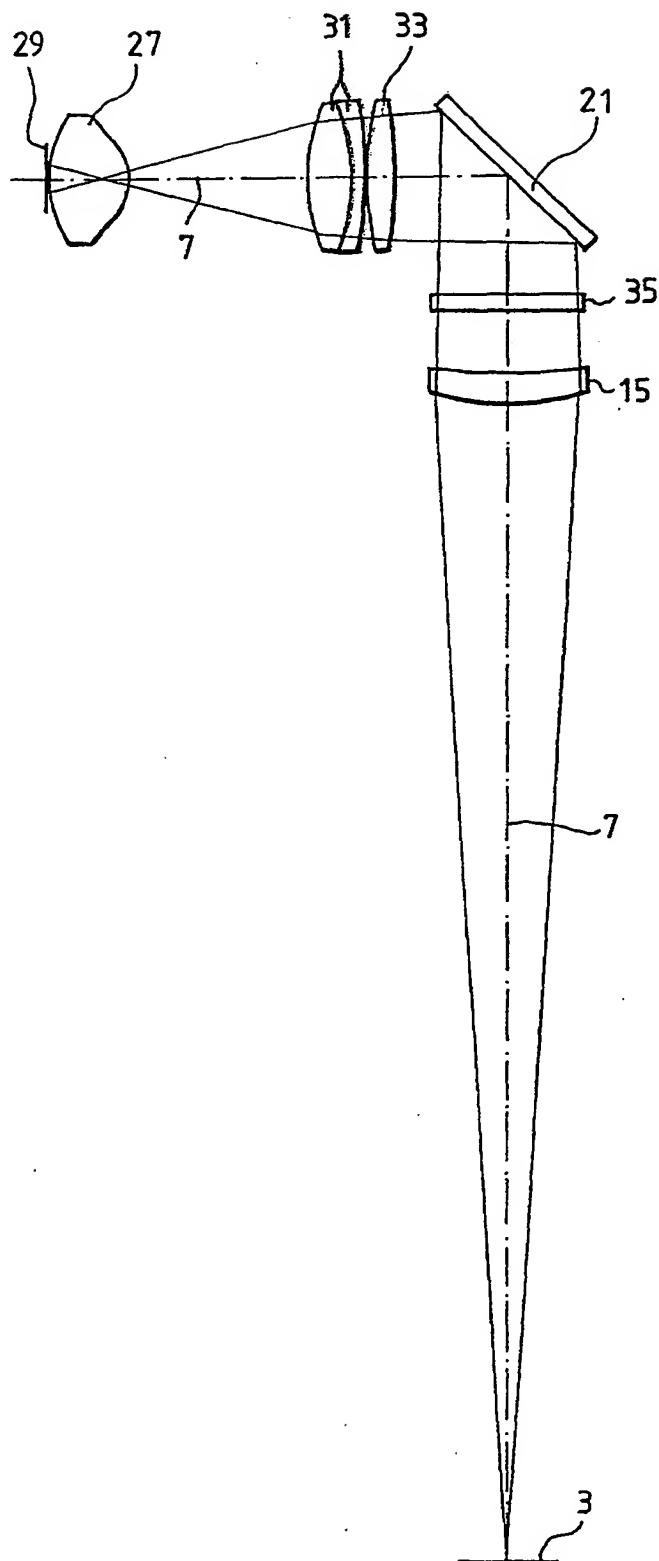


FIG. 3